

— нечесністю окремих підприємств.

- 1.Боди Э., Мертон Р. Финансы: Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2000. – 292 с.
- 2.Брігхем С. Основи фінансового менеджменту: Пер. с англ. – К.: Молодь, 1997. – 1000 с.
- 3.Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. – К.: ТОВ “Борисфен-М”, 1996. – 336 с.
- 4.Грачева М.В. Анализ проектных рисков. – М: ЗАО «Финстатинформ», 1999.– 216 с.
- 5.Кизилов Г.І. Розпізнавання чинників підвищеного ризику // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.28. Серия: Экономические науки. – К.: Техніка, 2001. – С.124-128.
- 6.Маршалл А. Принципы экономической науки. Т.ІІ: Пер. с англ. – М.: Издательская группа «Прогресс», 1993. – 310 с.

Отримано 21.12.2004

УДК 338.585 : 330.142.211

О.Д.ОВСІЙ, О.В.ЗЕРНЮК, канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

РОЗРАХУНОК ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ КОНСТРУКЦІЙ (ЕЛЕМЕНТА СИСТЕМИ) БУДІВЛІ ЧИ СПОРУДИ

Пропонується метод розрахунку експлуатаційних витрат на капітальний ремонт конструкцій (елемента системи) будівлі чи споруди за їх нормативний або експлуатаційний періоди. Також за допомогою методу можна вираховувати експлуатаційні витрати на капітальний ремонт конструкцій (елемента) в будь-який період їх експлуатації.

Як відмічає академік Б.Є.Патон [1], нині значно зросла частка конструкцій, споруд та обладнання, що відпрацювали свій нормативний термін. Відсоток спрацьованих обладнання та машин у вітчизняній промисловості перевищує 52%. Також в Україні на об'єктах базових галузей експлуатується понад 35 млн. т несучих металевих конструкцій і понад 250 млн. м³ залізобетонних конструкцій, значна частина яких вичерпала свій ресурс.

Для оцінки ресурсу та безпеки експлуатації конструкцій та будівель необхідно виконати кваліфіковані обстеження та оцінку ступеня їх ушкодження, які мають бути основою для прогнозування залишкового ресурсу та розробки заходів щодо подовження терміну їх безаварійної роботи. Але на сьогодні відсутня необхідна нормативно-технічна база для оцінки та прогнозування залишкового ресурсу об'єктів, які відпрацювали свій розрахунковий термін або відпрацюють його в найближчому майбутньому.

На 2002 р. в Україні житловий фонд складав загальну площу

1 млрд. м², або 10,4 млн. будинків [1]. Основна частина житлового фонду нашої країни (майже 80%) при нормальній експлуатації здатна надійно працювати 80 років і більше, 4-5% фонду (близько 50 млн. м²) потребують невідкладного ремонту; з 6 млн. м² житлового фонду (0,5-0,6%) необхідно виконати відселення; 0,3% фонду (майже 4 млн. м²) – аварійні та старі будинки [1]. Тому актуальною є проблема визначення залишкового ресурсу будинків житлового фонду, а також відновлення або створення відповідної нормативно-технічної бази, яка б включала технічні вимоги, методичні підходи й порядок діагностування конструкцій (елементів) будівель і визначала витрати на їх експлуатацію.

З плином часу дійсна вартість будівлі знижується. В будь-який проміжок часу вона може бути визначена як різниця між первинною вартістю і алгебраїчною сумою витрат, викликаних зносом і відновленням конструктивних елементів та інженерних систем, за формулою [4]:

$$V = K - (I + M_1 - K_P - M_2), \quad (1)$$

де V – дійсна вартість будівлі, грн.; K – первинна вартість будівлі, грн.; I – вартісний вираз фізичного зносу, грн.; M_1 – вартісний вираз морального зносу першої форми, грн.; M_2 – об'єм витрат на усунення морального зносу другої форми, грн.; K_P – об'єм витрат на капітальний ремонт, грн.

Як видно, до цієї формули входять витрати на капітальний ремонт, величина яких у кожному випадку залежить від конструктивного вирішення будівлі, якості будівельних робіт по улаштуванню її конструкцій (елементів), їх довговічності та середовища експлуатації.

Також експлуатаційні витрати на капітальний ремонт конструкцій (елементів) входять у формулу приведених витрат ($З_e$), які здійснюються в процесі експлуатації будівлі чи споруди за повний її термін (T_c) і використовуються нормативними документами [6] при порівнянні ефективності варіантів капітальних вкладень по підвищенню їх якості та довговічності:

$$З_e = \frac{K_e}{\alpha_t} + \sum_1^{\gamma_{кр}-1} \frac{C_{кр}}{\alpha_t} + \sum_1^{T_c} \frac{C_{тр}}{\alpha_t} + \sum_1^{\gamma_{зк}-1} \frac{C_{зк}}{\alpha_t}, \quad (2)$$

де K_e – питомі капіталовкладення в ремонтну базу або вартість основних виробничих фондів, які використовуються при виконанні ремонтно-будівельних робіт; $C_{кр}$, $C_{тр}$, $C_{зк}$ – витрати відповідно на один капітальний ремонт, на один середньорічний поточний ремонт, інші

витрати, пов'язані з відновленням та підтриманням якості та довговічності конструкцій; $\alpha_t = (1 + E)^t$ – коефіцієнт приведення до одного періоду часу (початку розрахункового року); $\gamma_{кр} - 1$, $\gamma_{зк} - 1$ – кількість ремонтів відповідно капітальних і пов'язаних з відновленням та підтриманням якості та довговічності конструкцій.

Аналіз наведених вище методик і методик з економічної оцінки заходів щодо підвищення довговічності конструкцій і будівель, виконаний в [2], показав наступне: усі методики використовують витрати на капітальний ремонт будівельних конструкцій чи елементів системи будівлі при оцінці вартості будівлі чи порівнянні варіантів заходів по підвищенню їх якості і довговічності, але не враховують їх капітальність, об'ємно-планувальне та конструктивне вирішення, а також характер та ступінь їх зносу, кількість заміन. Відрахування, що здійснюються за приведеними методиками на протязі періоду експлуатації конструкції чи елемента будівлі, також не співпадають за часом із ступенем їх зносу: так на попередньому етапі виконуються значні відрахування, коли ступінь фізичного зносу конструкцій (елементів) – незначна, а на стадії кінцевого терміну їх експлуатації, коли фізичний знос конструкцій (елементів) максимальний – відрахування на капітальний ремонт мізерні.

Загальна мета нашого дослідження полягає в розробці методики розрахунку експлуатаційних витрат на капітальний ремонт конструкції чи елемента системи будівлі (споруди) на будь-який термін їх експлуатації без поточного ремонту.

Експлуатаційні витрати, що використовуються на підтримання технічних, об'ємно-планувальних, санітарно-гігієнічних, економічних та естетичних характеристик будівлі та якості її конструкцій (елементів), здійснюються на протязі всього їх експлуатаційного строку.

Витрати на підтримання якості та довговічності конструкції (елемента), відрахування яких здійснюється на етапі експлуатації конструкції до капітального ремонту без поточних ремонтів, розраховуються за формулою, яка є сумою математичного ряду, що сходиться:

$$B_n = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_k}{(1 + E)^{T_k - (n-1)a}} \quad (3)$$

Тут n – кількість (разів) відрахувань витрат на капітальний ремонт за визначний період t часу (термін) експлуатації конструкції (елемента), який менше мінімального періоду T_k часу (терміну) їх ефективної

експлуатації до капітального ремонту чи заміни:

$$n = [n] = t / a, \quad (4)$$

де $[n]$ – функція цілого числа $y = E(x)$; a – значення, що вказує, на котрий рік проводяться відрахування, які використовуються на підтримання або відновлення ресурсу (експлуатаційної чи міцнісної якості) конструкції (елемента) чи систем інженерного устаткування будівлі чи споруди (період відрахувань), (місяць, квартал, рік); Φ_K – капітальні вкладення у виробничі фонди I-ї групи, за допомогою яких виконуються будівельно-монтажні роботи при зведенні (улаштуванні) конструкції (елемента) будівлі або споруди; T_K – термін експлуатації конструкції (елемента) будівлі чи споруди до капітального ремонту, (місяць, квартал, рік); E – коефіцієнт капітальних вкладень (норматив приведення витрат, які мають відраховуватися за весь строк експлуатації конструкції (елемента) до капітального ремонту).

Експлуатаційні витрати, відрахування яких має здійснюватися протягом експлуатації конструкції або елемента будівлі до їх капітального ремонту, розраховують за запропонованою формулою, коли $n = n_K$:

$$B_K = \sum_{i=1}^{n_K} \frac{\Phi_K}{(1 + E)^{T_K - (n_K - 1)a}}, \quad (5)$$

де n_K – кількість (разів) відрахувань експлуатаційних витрат за період експлуатації конструкції (елемента) будівлі чи споруди без капітального ремонту або заміни:

$$n_K = T_K / a. \quad (6)$$

Експлуатаційні витрати B_e на підтримання та поліпшення якості й довговічності конструкції (елемента), відрахування яких здійснюється на капітальні ремонти протягом та за весь термін експлуатації усієї будівлі, можна розрахувати за формулою

$$B_e = k B_K + B_n. \quad (7)$$

Тут k – кількість (разів) повних відрахувань експлуатаційних витрат на капітальний ремонт (заміну) конструкції (елемента) будівлі за весь термін її експлуатації:

$$k = [k] = T_c / T_K, \quad (8)$$

де $[k]$ – функція цілого числа $y = E(x)$; T_c – нормативний термін експлуатації будівлі або споруди, рік.

Для наочності запропонованої нами методики наведемо приклад розрахунку експлуатаційних витрат на капітальний ремонт елементів системи опалення будівлі – радіаторів чавунних.

Приклад: Необхідно розрахувати витрати на капітальний ремонт елементів системи опалення (радіаторів чавунних) на термін експлуатації $t_1 = 30$ років від початку їх улаштування, на термін $t_2 = 40$ років та на весь період експлуатації будівлі, який становить $t_3 = T_c = 100$ років за запропонованою методикою та існуючою, наведеною в [6]. Термін експлуатації радіаторів чавунних до капітального ремонту (заміни) відповідно до додатку 3 за [3] становить 40 років ($T_k = 40$ років). Приймаємо, що капітальні вкладення на улаштування радіаторів чавунних $\Phi_k = 1$. Відрахування на капітальний ремонт елементів здійснюються кожні 5 років ($a = 5$).

Рішення: Розрахунок витрат на капітальний ремонт радіаторів чавунних за період їх експлуатації $t_1 = 30$ років виконуємо при $t_1 < T_k$ за формулою (3):

$$B_n = \sum_{i=1}^n \frac{\Phi_k}{(1+E)^{T_k - (n-i)a}} = \Phi_k \times \left(\frac{1}{(1+0,145)^{40}} + \frac{1}{(1+0,145)^{35}} + \frac{1}{(1+0,145)^{30}} + \frac{1}{(1+0,145)^{25}} + \frac{1}{(1+0,145)^{20}} + \frac{1}{(1+0,145)^{15}} \right) = \\ = \Phi_k \times (0,004 + 0,008 + 0,017 + 0,032 + 0,06 + 0,13) = \Phi_k \times 0,251 = \\ = 1 \times 0,251 = 0,251,$$

де $n = [n] = t/a = 30/5 = 6$; $E = 0,145$ – коефіцієнт приведених витрат (відрахувань, капітальних вкладень), що накопичуються за період експлуатації елемента до капітального ремонту (заміни) і використовуються для повного його відновлення.

Розрахунок витрат на капітальний ремонт радіаторів чавунних від початку улаштування до капітального ремонту (заміни) за термін $t_2 = 40$ років при $t_2 = T_k$ виконуємо за формулою (5):

$$B_k = \sum_{i=1}^{n_k} \frac{\Phi_k}{(1+E)^{T_k - (n_k-i)a}} = \Phi_k \times \left(\frac{1}{(1+0,145)^{40}} + \frac{1}{(1+0,145)^{35}} + \frac{1}{(1+0,145)^{30}} + \frac{1}{(1+0,145)^{25}} + \frac{1}{(1+0,145)^{20}} + \frac{1}{(1+0,145)^{15}} + \right.$$

$$+ \frac{1}{(1+0,145)^{10}} + \frac{1}{(1+0,145)^5} \Big) = \Phi_K \times (0,004 + 0,008 + 0,017 + 0,032 + 0,06 + 0,13 + 0,25 + 0,5) = \Phi_K \times 1 = 1,$$

де $n_K = T_K / a = 40 / 5 = 8$.

Розрахунок витрат на капітальний ремонт радіаторів чавунних за весь термін експлуатації будівлі при $t_3 = T_C$ виконуємо за формулою (7):

$$B_e = \kappa B_K + B_n = 2 \times \Phi_K + \Phi_K \times \left(\frac{1}{(1+0,145)^{40}} + \frac{1}{(1+0,145)^{35}} + \frac{1}{(1+0,145)^{30}} + \frac{1}{(1+0,145)^{25}} \right) = 2 \times \Phi_K + \Phi_K \times (0,004 + 0,008 + 0,017 + 0,032) = 2,061 \times \Phi_K = 2,061,$$

де $\kappa = [\kappa] = T_C / T_K = 100 / 40 = [2,5] = 2$;

$n = (t_3 - T_K \times \kappa) / a = (100 - 40 \times 2) / 5 = 4$.

Проводимо розрахунки приведених витрат на капітальний ремонт елементів за формулою (2) і методикою, наведеною у п.3.2 і п.5.4 [6] (розрахунок витрат здійснюється послідовно протягом всього строку експлуатації будівлі T_C). Розрахунок витрат виконуємо для двох варіантів: у першому випадку витрати на капітальний ремонт здійснюються через 5 років; у другому – через 40 років:

– витрати здійснюються через 5 років ($a=5$):

$$3_e = C_{кр} \times \left(\frac{1}{(1+E)^5} + \frac{1}{(1+E)^{10}} + \frac{1}{(1+E)^{15}} + \frac{1}{(1+E)^{20}} + \dots + \frac{1}{(1+E)^{95}} \right) = C_{кр} \times (0,621 + 0,385 + 0,239 + 0,149 + 0,092 + 0,057 + 0,035 + 0,022 + 0,013 + 0,008 + 0,005 + 0,003 + 0,002 + 0,001) = C_{кр} \times 1,632;$$

– витрати здійснюються через 40 років ($a=40$):

$$Z_e = C_{кр} \times \left(\frac{1}{(1+E)^{40}} + \frac{1}{(1+E)^{80}} \right) = C_{кр} \times (0,022 + 0,001) = \\ = C_{кр} \times 0,023 = 0,023,$$

де $E=0,1$ – норматив приведення відповідно п.1.14 [6]; $\Phi_K = C_{кр} = 1$.

При порівнянні результатів розрахунків встановлено:

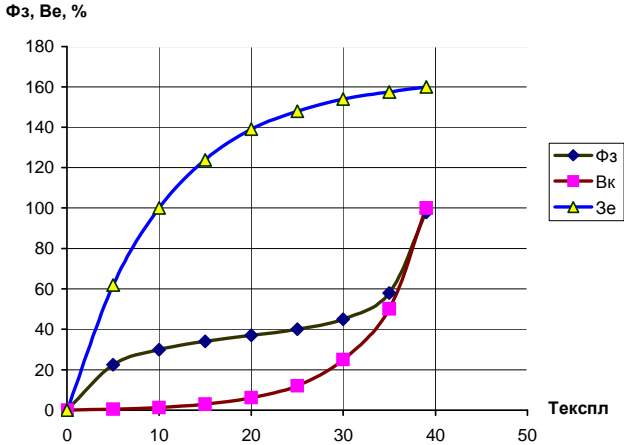
- запропонована методика порівняно з існуючою, викладеною в [6], дозволяє розрахувати витрати на капітальний ремонт конструкції чи елемента будівлі в будь-який момент часу їх експлуатації;
- накопичення витрат здійснюється за існуючою методикою [6] на попередньому етапі відрахувань за методикою, викладеною вище, паралельно фізичному зносу конструкції (елемента) будівлі. Так, за період експлуатації $t=30$ років витрати на капітальний ремонт елементів системи опалення (радіаторів чавунних) при відрахуваннях через кожні 5 років становлять за запропонованою методикою $B_n = 0,251\Phi_K$, а за існуючою [6] – $Z_e = 1,486C_{кр}$; за період (термін) експлуатації $t_2=40$ років – $B_n = B_K = \Phi_K$, а $Z_e = 1,578C_{кр}$ (див. рисунок); за весь термін експлуатації будівлі при $t_3=T_c=100$ років – $B_n = B_e = 2,061\Phi_K$, а $Z_e = 1,632C_{кр}$. Але при відрахуваннях через кожні 40 років витрати на капітальний ремонт радіаторів чавунних за весь термін експлуатації будівлі за запропонованою методикою становлять $B_n = B_e = 2,062\Phi_K$, а за існуючою – $Z_e = 0,023C_{кр}$.

Проведені дослідження дозволили зробити наступний висновок: запропонована нами методика порівняно з існуючою, викладеною в [6], дозволяє розрахувати витрати на капітальний ремонт конструкції або елемента будівлі в будь-який момент часу їх експлуатації.

Метою подальших досліджень є розробка методик:

- розрахунку експлуатаційних витрат на поточний і капітальний ремонт конструкцій чи елемента системи будівлі, залежно від ступеня і характеру їх зносу;
- економічної оцінки різних заходів по підвищенню довговічності конструкцій чи елементів будівлі на визначний момент їх експлуатації;
- розрахунку експлуатаційних витрат на поточний і капітальний ремонт конструкцій чи елементів системи усієї будівлі, залежно від ступеня і характеру їх зносу;

- розрахунку ставки амортизаційних відрахувань по основних фондах першої групи підприємств залежно від ступеня і характеру їх зносу.



Порівняння витрат на капітальний ремонт радіаторів чавунних на період $t=40$ років, отриманих за пропонованою методикою (Вк), та існуючою [6] (Зе), з їх фізичним зношенням за рис.4 [5]

1.Патон Б.Є. Проблемы ресурсу конструкторий, споруд та обладнання в Україні // Будівельні конструкторії: Міжвід. наук. зб. праць. Вип.54. – К.: НДІБК, 2001. – С.18-23.

2.Овсій О.Д. Аналіз методик з економічної оцінки заходів по підвищенню довговічності конструкторий і будівель // Тез. докл. Междунар. науч.-практ. Интернет-конф. «Состояние современной строительной науки – 2004».— www.concrete.com.ua. – 2004.— С.108-111.

3.Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. Нормы проектирования: ВСН 58-88(р) / Госкомархитектуры. – М.: Стройиздат, 1990. – 32 с.

4.Порывай Г.А. Техническая эксплуатация зданий. – М.: Стройиздат, 1990.— 368 с.

5.Правила оценки физического износа жилых зданий ВСН 53-86(р) / Госгражданстрой. – М.: Прейскурантиздат, 1988.— 72 с.

6.Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций / НИИЖБ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1981.—56 с.

Отримано 22.11.2004